

# Mecklenburg-Vorpommern



## Zentralabitur 2007

### Physik

### *Leistungskurs*

### Aufgaben

## Hinweise für die Schülerinnen und Schüler / Hilfsmittel

### **Aufgabenauswahl**

- Die Prüfungsarbeit besteht aus einem Pflichtteil und einem Wahlteil.
- Die Pflichtaufgabe P ist vollständig zu bearbeiten.
- Weiterhin sind zwei Wahlaufgaben vollständig zu bearbeiten. Das betrifft von den Wahlaufgaben A entweder die Aufgabe A1 oder A2 **und** von den Wahlaufgaben B entweder die Aufgabe B1 oder B2.

### **Bearbeitungszeit**

- Die Arbeitszeit beträgt 300 min. Zur Wahl der Aufgaben wird eine Einlesezeit von 30 min zusätzlich gewährt.

### **Hilfsmittel**

- Experimentiergeräte gemäß Aufgabenstellung
- das für die Abiturprüfung an der Schule zugelassene Tafelwerk
- ein für die Abiturprüfung an der Schule zugelassener Taschenrechner
- Zeichengeräte
- ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung

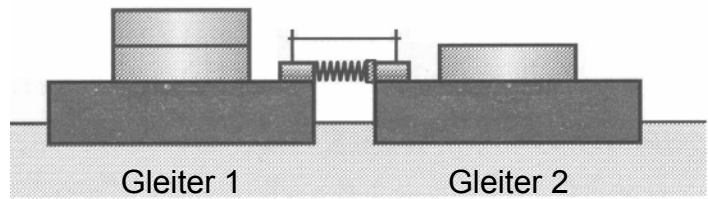
### **Sonstiges**

- Die Lösungen sind in einer sprachlich einwandfreien und mathematisch exakten Form darzustellen.
- Alle Lösungswege müssen erkennbar sein.
- Grafische Darstellungen sind auf Millimeterpapier anzufertigen.
- Entwürfe können ergänzend zur Bewertung nur herangezogen werden, wenn sie zusammenhängend konzipiert sind und die Reinschrift etwa drei Viertel des erkennbar angestrebten Gesamtumfanges umfasst.

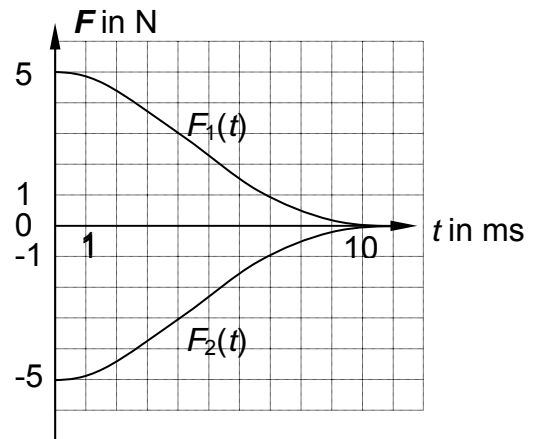
**Pflichtaufgabe**

**30 BE**

- 1 Auf einer Luftkissenbahn (siehe Abbildung) befinden sich zwei Gleiter der Massen  $m_1 = 150\text{ g}$  und  $m_2 = 100\text{ g}$ . Zwischen ihnen befindet sich eine gespannte Druckfeder, die mit keinem der Gleiter fest verbunden ist. Ein Faden hält die Federspannung aufrecht. Das System ist zunächst in Ruhe.



Nach dem Durchbrennen des Fadens entspannt sich die Feder. Das Diagramm zeigt die Kraftverläufe für beide Gleiter.



- 1.1 Formulieren Sie das Wechselwirkungsgesetz in Worten. Erläutern Sie ein Beispiel für das Wirken dieses Gesetzes.
- 1.2 Interpretieren Sie das Diagramm.
- 1.3 Beschreiben Sie die Bewegung eines der beiden Gleiter innerhalb der ersten 10 ms. Geben Sie eine Erklärung.
- 1.4 Ermitteln Sie näherungsweise den Betrag des Kraftstoßes. Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit für beide Gleiter.

- 2 Ein Körper besitzt zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  die Geschwindigkeit  $v_0 = 6\text{ m/s}$ . Er wird 5 s lang beschleunigt. Für die Geschwindigkeit des Körpers gilt die Gleichung

$$v(t) = v_0 + \frac{1}{2} \cdot k \cdot t^2 \text{ mit } k = 2\text{ m/s}^3.$$

- 2.1 Zeichnen Sie für den gesamten Beschleunigungszeitraum das  $v(t)$ -Diagramm.
- 2.2 Leiten Sie eine Gleichung für die Beschleunigung des Körpers her. Welche Bewegungsart liegt hier vor? Begründen Sie Ihre Aussage.
- 2.3 Ermitteln Sie den während des Beschleunigungsvorgangs zurückgelegten Weg.

- 3 Laserdioden können entweder mit einer kontinuierlichen (CW) oder einer gepulsten Emission betrieben werden. Sogenannte CW-Laserdioden eignen sich zum Aufbau von Lichtschranken mit hoher Reichweite. Im Katalog findet man folgende technische Daten: CW-Laserdiode, 5 mW, 670 nm, sichtbar, rot.

Zum Nachweis des Photoeffekts wird eine Fotozelle mit dem Licht einer solchen CW-Laserdiode bestrahlt. Mit dem verwendeten Versuchsaufbau soll ein Fotostrom nachgewiesen werden. Weiterhin soll über eine Gegenspannung die kinetische Energie der Photoelektronen ermittelt werden.

Zur Verfügung stehen folgende Fotozellen.

	Katodenmaterial	Austrittsarbeit $W_A$ in eV
Fotozelle 1	Barium	2,52
Fotozelle 2	Barium auf Wolframdioxid	0,30
Fotozelle 3	Cäsium	1,94

- 3.1 Entscheiden Sie, welche Fotozelle für das Experiment geeignet ist. Begründen Sie Ihre Aussage.
- 3.2 Mit welcher Spannung muss die Laserdiode theoretisch mindestens betrieben werden, um die ausgesandten Strahlungsquanten zu erzeugen?
- 3.3 Erklären Sie, welchen Einfluss der Abstand zwischen Fotozelle und Laserdiode auf den Fotostrom und auf die kinetische Energie der Photoelektronen hat.

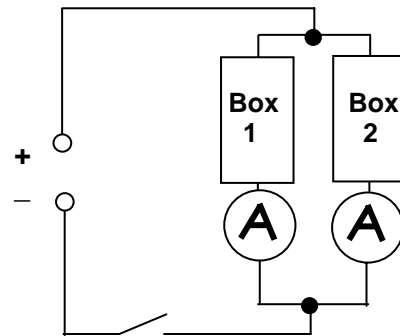
**Wahlaufgabe A**

(je 15 BE)

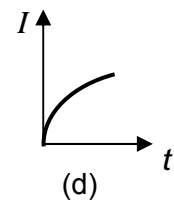
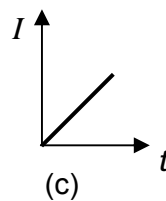
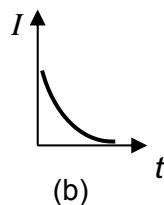
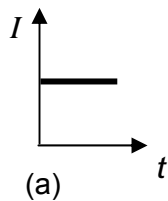
Es ist eine der Aufgaben A1 oder A2 zu lösen.

**Aufgabe A1** (mit Demonstrationsexperiment)

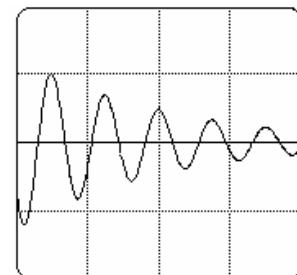
- 1 In einem Demonstrationsexperiment wird das Verhalten der Stromstärke  $I$  in einer Spule und in einem ohmschen Widerstand beim Einschaltvorgang untersucht. Jedes der beiden Bauelemente befindet sich in einer Black Box. Von der Lehrkraft wird Ihnen das Experiment zweimal vorgeführt. Der Schalter wird dabei geschlossen und anschließend wieder geöffnet.



- 1.1 Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen während des Einschaltvorganges.
- 1.2 Ordnen Sie der Black Box 1 bzw. 2 das entsprechende Bauelement zu. Begründen Sie Ihre Entscheidung. Wählen Sie für den Einschaltvorgang aus den vorgegebenen  $I(t)$ -Diagrammen jeweils das zutreffende aus und ordnen Sie es der entsprechenden Black Box zu.



- 2 Ein Schwingkreis besteht aus einem Kondensator mit der Kapazität  $C = 100 \text{ nF}$  und einer Spule mit Eisenkern. In der nebenstehenden Abbildung ist das Oszillogramm der im Schwingkreis entstehenden Schwingung dargestellt. Die Zeitablenkung des Oszillographen wurde auf  $500 \mu\text{s}$  pro Rastereinheit eingestellt.



- 2.1 Klassifizieren Sie die dargestellte Schwingung. Bestimmen Sie deren Frequenz.
- 2.2 Der Schwingkreis wird nun durch Rückkopplung zu einer ungedämpften Schwingung der Frequenz  $2,7 \text{ kHz}$  angeregt. Berechnen Sie die Induktivität der Spule.
- 3 Eine Spule mit Eisenkern der Induktivität  $0,50 \text{ H}$  soll in Gedanken konstruiert werden. Geben Sie geeignete Daten an und nennen Sie die Idealisierungen, die für notwendige Berechnungen erforderlich sind.

## Aufgabe A2

Ein MAXWELLSches Rad besteht aus einer zylindrischen Stahlscheibe (Radius 80 mm, Dicke 7 mm), die auf einer Achse (Radius 4,0 mm) befestigt ist (Abb.1).

Das Rad bewegt sich aus dem Stillstand (Höhe  $h_1$ ) mit der Geschwindigkeit  $v$  nach unten und steigt vom tiefsten Punkt mit der Höhe  $h_2$  wieder fast bis zur Ausgangslage hinauf. Dabei dreht es sich um die in Abb.2 skizzierte Achse. Für die nachfolgenden Betrachtungen werden die Dicke und die Masse des Fadens sowie die Masse der Achse vernachlässigt.

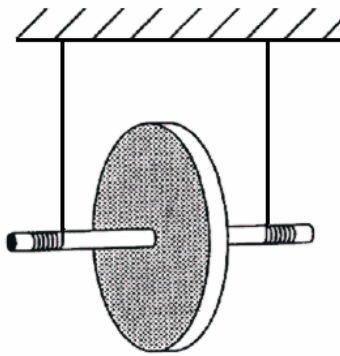


Abbildung 1

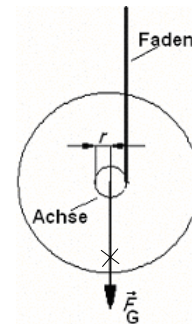


Abbildung 2

- 1 Erläutern Sie die Energieumwandlungen, die bei der Bewegung des MAXWELLSchen Rades auftreten.  
Stellen Sie eine Energiebilanz für folgende Positionen des MAXWELLSchen Rades auf:
  - a) das Rad befindet sich in Ruhe in seiner Ausgangslage ( $h = h_1$ ),
  - b) das Rad befindet sich zwischen der Ausgangslage und dem tiefsten Punkt der Bewegung ( $h_1 > h > h_2$ ),
  - c) das Rad befindet sich im tiefsten Punkt seiner Bewegung ( $h = h_2$ ).
- 2 Berechnen Sie das Trägheitsmoment des MAXWELLSchen Rades und das Drehmoment, das in der Ausgangslage auf das MAXWELLSche Rad wirkt.
- 3 In einem Experiment wurde für die Translationsbewegung des MAXWELLSchen Rades die Zeit  $t_1$  in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg  $s$  gemessen. Der Weg  $s$  entspricht dem Höhenunterschied, den das Rad durchläuft. Weiterhin wurde zur Bestimmung der momentanen Translationsgeschwindigkeit die Durchlaufzeit  $t_2$  der Achse des MAXWELLSchen Rades nach den vorgegebenen Wegen mit einer Lichtschranke als Verdunklungszeit gemessen.

$s$ in m	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
$t_1$ in s	0,0	2,9	4,1	5,0	5,8	6,5
$t_2$ in s	-	0,057	0,040	0,033	0,029	0,026

- 3.1 Weisen Sie nach, dass die Translationsbewegung gleichmäßig beschleunigt ist.
- 3.2 Ermitteln Sie aus den experimentellen Werten das Trägheitsmoment des Rades und vergleichen Sie dieses mit dem unter Aufgabe 2 berechneten.
- 4 Schwungräder speichern Rotationsenergie. Erläutern Sie kurz zwei wesentliche Konstruktionsmerkmale von Schwungrädern.

**Wahlaufgabe B**

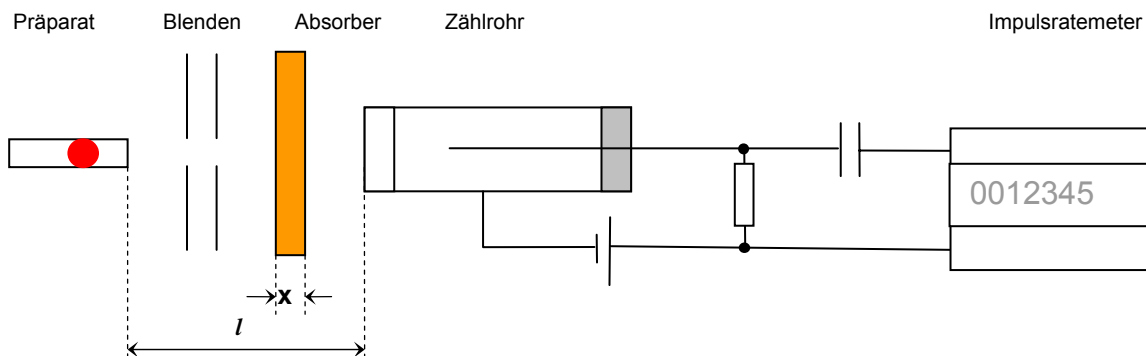
(je 15 BE)

Es ist eine der Aufgaben B1 oder B2 zu lösen.

**Aufgabe B1**

- 1 Die Schwächung von Gammastrahlung durch Materie lässt sich durch eine Exponentialfunktion der Form  $Z(x) = Z_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$  beschreiben.

Zwischen einem  $\gamma$ -Präparat (konstante Aktivität, monoenergetische Quanten) und dem Zählrohr werden nacheinander materialgleiche Absorber unterschiedlicher Dicke  $x$  gebracht, ohne dabei den Abstand  $l$  zwischen dem Präparat und dem Zählrohr zu verändern. Jedes Mal wird die zugehörige Zählrate gemessen.



- 1.1 Bei einem mit Bleiabsorbern durchgeführten Versuch erhält man mit monoenergetischen  $\gamma$ -Quanten folgende Messwerte:

Absorberdicke $x$ in cm	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Zählrate $Z$ in $s^{-1}$	1650	638	246	95	36	14	5	2

Veranschaulichen Sie die Messwerte in einem geeigneten Diagramm.

- 1.2 Ermitteln Sie den Schwächungskoeffizienten  $\mu$ .

- 2 Die natürliche Strahlenbelastung in Deutschland beträgt etwa 2,4 mSv, wovon etwa 1,4 mSv auf das Edelgas Radon entfallen, das auch das radioaktive Nuklid Rn-222 enthält. Dieses Gas dringt durch tief reichende Brüche im Bodengestein an die Erdoberfläche und sammelt sich in Wohngebäuden besonders in Kellerräumen. Bei Rn-222 handelt es sich um einen Alphastrahler mit einer Halbwertszeit von 3,8 d.

- 2.1 Nennen Sie zwei Möglichkeiten der Verminderung der Radonbelastung in Gebäuden. Geben Sie zwei weitere Quellen der natürlichen Strahlenbelastung an.

- 2.2 Für eine abgeschlossene Luftprobe wird eine aktuelle Rn-222-Aktivität von 500 Bq ermittelt. Erläutern Sie kurz diese Angabe.

Zwischen der Aktivität einer Probe und der Teilchenzahl gilt die Beziehung  $A = \lambda \cdot N$ .

Leiten Sie diese Gleichung her. Gehen Sie dabei von der Definition der Aktivität

$$A = -\frac{dN}{dt} \text{ und dem Zerfallsgesetz } N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \text{ aus.}$$

Wie viele Rn-222-Kerne enthält die Luftprobe zu diesem Zeitpunkt?

- 2.3 Die Reichweite der  $\alpha$ -Teilchen in Luft ist vergleichsweise relativ gering. Begründen Sie, warum die Gefahr für den Menschen durch die Alphastrahlung dennoch relativ hoch sein kann.

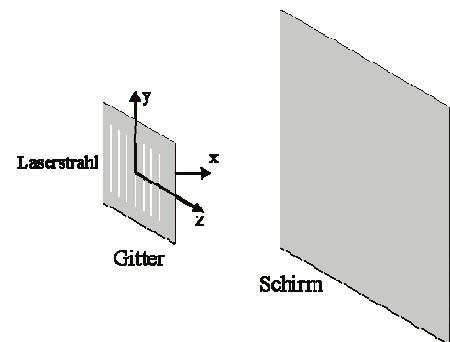
## Aufgabe B2

- 1 Richtet man einen Laserstrahl senkrecht auf ein Haar, so entsteht auf einem Schirm diese optische Abbildung.



- 1.1 Interpretieren Sie die Abbildung.
- 1.2 Erklären Sie das Zustandekommen der Abbildung.
- 1.3 Das verwendete Laserlicht hat eine Frequenz von  $4,34 \cdot 10^{14}$  Hz. Auf einem 2,00 m vom Haar entfernten Schirm haben die beiden Maxima 1.Ordnung einen Abstand von 4,60 cm. Berechnen Sie den Durchmesser des für diesen Versuch verwendeten Haares.

- 2 Ein monochromatischer Laserstrahl mit  $\lambda_1 = 694$  nm trifft senkrecht auf ein optisches Gitter, dessen Spalte parallel zur y-Achse liegen. Auf einem Schirm wird ein Interferenzmuster beobachtet.



- 2.1 Erklären Sie, warum von einem Laser nur Photonen einer bestimmten Frequenz emittiert werden. Gehen Sie dabei besonders auf den Unterschied zwischen stimulierter und spontaner Emission ein.
- 2.2 Beschreiben Sie qualitativ die Lage der Maxima auf dem Schirm. Welchen Einfluss hat es auf das Schirmbild, wenn das Gitter ein wenig um die z-Achse bzw. y-Achse gedreht wird?
- 2.3 Zwischen Laser und Gitter wird nun ein besonderer Kristall (ein nichtlineares optisches Medium) gebracht, der das Licht des Lasers mit der Frequenz  $f_1$  in elektromagnetische Strahlung mit der Frequenz  $f_2 = 2 \cdot f_1$  („Frequenzverdopplung“) umwandelt. Zu welchem Spektralbereich gehört die Strahlung mit der Frequenz  $f_2$ ? Erläutern Sie kurz, wie man das zugehörige auf dem Schirm entstehende Interferenzmuster sichtbar machen kann.